

多边界非恒定流控制、监视系统的研制与应用^{*}

徐锡荣 周汝盛 唐洪武 徐和兴 王志良

(河海大学水利水电工程学院 南京 210098)

摘 要 应用计算机及其控制技术,解决多边界非恒定流物理模型试验中的控制问题.系统能对模型多个边界实现智能化控制,试验中各参数从数据采集、整理到输出均由计算机自动完成,减少了试验过程中的人为干扰因素.实际应用表明,该系统使用方便,运行可靠,且控制精度高.

关键词 多边界 非恒定流 控制

中图号 TV133.2

在非恒定流试验中,因受控制条件的限制,目前研究的问题多限于两个(上、下游)边界,对于多边界非恒定流试验,由于进出口边界条件复杂,各边界要同步控制,并要同步监测多点水位和流速,不仅要投入大量的人力和物力,而且相互干扰造成试验成果精度不高.由此可见,应用现代计算机及控制技术,提高水流试验中的智能化程度和试验成果精度,不仅是迫切的,而且是非常必要的.

1 系统设计

1.1 系统的控制原理

多边界非恒定流的模拟关键是对各边界的水位或流量过程进行同步控制.系统对水位过程的控制,采用自动跟踪水位仪跟踪各边界处水面,由计算机进行不间断采集,并将采集值与预期的水位过程值进行比较,其差值经 PID 反馈控制运算,通过 D/A 转换,经过可逆调整装置,改变了各有关边界处的口门开度.计算机不断反馈控制,各有关边界不断进行同步调节,做到充分逼近边界处的水位.系统对流量的控制是将流量过程通过量水堰转换成堰上水位过程,通过控制堰上水位过程实现对流量过程的控制.通过对各边界水位过程或流量过程同步控制,达到较真实地模拟天然河段多边界非恒定流的目的.

1.2 系统设计

本系统主要包括:计算机系统、采集控制系统和试验监视系统.

a. 计算机系统.该系统主要由计算机及其相应软件和输出设备组成.水流试验一般时间较长,工作环境复杂,为保证各种环境条件下系统能正常运行,本系统计算机选用可靠的工控机作为主控计算机,且控制单元的各种板卡选用工控产品.此外,对工控计算机的所有输入/输出通道都采用了光电隔离措施.本系统软件是用 BORLAND C++ 3.1 开发而成,其中一部分模块用 BORLAND C++ 3.1 提供的函数编制,而后续处理采集数据软件用 WINDOWS 下的 EXCEL6.0 内的 VB 编制.系统运行应备有 1.2 GB 以上硬盘和 4 M 以上内存空间.

b. 采集控制系统.该系统配有自行研制的水流试验数据采集接口装置和直流可逆调速装置.水位量测采用自动跟踪式(数码或模拟量)水位仪,水位信号通过集线箱汇集后送采集接口装置,并经选择和隔离由计算机采集.流量量测采用旋桨式流速传感器,通过前置放大器将信号放大、隔离,由计算机从芯片中读取各脉冲数转化为流速值.系统边界水位或流量过程控制是通过可逆调速装置驱动直流伺服电机,由直流伺服电机带动减速机构,改变边界口门开度.系统每隔 1 s 时间检测和控制一次各边界处的水位或流量,通过计算机不断反馈控制,使跟踪值精确地随期望值变化而变化.

c. 监视系统.水流试验,特别是非恒定流试验中,水流情况复杂,随时要掌握模型现场特别是各边界处的仪器设备运行工况以及观测水流流态等,该系统配置了两台摄像装置,并配备三个可变 15 倍 CCD 摄像

头. 试验时, 此装置在试验现场自动来回巡视并实时录制, 将现场信息随时传输到控制室, 以供试验人员掌握试验情况. 设计框图如图 1.

2 系统功能

本系统适合于各类河工模型试验, 包括定床和动床模型, 两个边界或多边界模型, 恒定水流或非恒定水流模型. 对多边界、恒定流或非恒定流, 系统运行时自动将试验仪器和各参数关联. 控制时自动显示和调整仪器状态, 采集数据时自动识别和过滤错误信息.

本系统应用于多边界非恒定天然河段水流模型试验, 能同时对各边界的水位或流量过程进行跟踪控制. 此外, 系统能同时采集 32 个水位测点, 64 个流速测点, 32 通道模拟量信号及 32 路开关量. 并且, 系统能实时显示各边界的跟踪过程及曲线, 实时显示各测点的水位和流速过程及图形, 实时显示多断面的流速分布曲线等, 且上述成果均可实时以表格输出.

3 系统的具体应用

某航道整治河段, 属感潮区(如图 2), 水流往复运动复杂, 且有 A, B, C, D 四个进出口边界. 模型比尺为平面 1:200, 垂向 1:70. 整治前航深 3.0 m, 航宽 60 m, 航道转弯半径 350 m, 要求整治后航深大于 4.0 m, 航宽 80 m, 航道转弯半径大于 500 m, 因而部分河道需进行开挖疏浚, 急弯处需实施切嘴. 试验内容为航道整治前后分流比的变化情况. 除此之外, 还需同步观测沿程潮汐水位和工程附近流速变化过程, 以修改整治方案.

3.1 系统控制与量测

上游两个边界采用潮流量过程控制, 下游两个边界采用潮位过程控制. 试验中布设 8 个水位测点和 36 个流速测点. 为了满足潮汐的水位变化要求, 流速仪安装在自动跟踪测桥上.

3.2 试验成果

试验设备安装调整后, 整个试验均在控制室内完成, 完全实现了水流试验的自动控制. 大大地缩短了试验周期. 试验部分控制和验证成果见表 1 2.

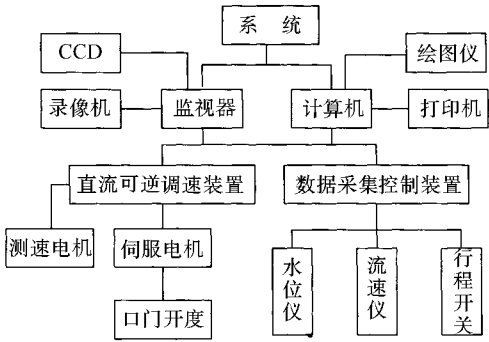


图 1 系统设计框图

Fig.1 Schematic diagram of the system

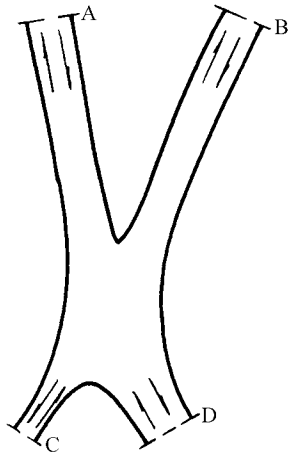


图 2 研究河段示意图

Fig.2 Scheme of simulated river reach

表 1 边界 A 处水位控制成果

Table 1 Stage control results at section A													m
时刻	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
原型	-1.13	-0.34	0.22	0.25	-0.28	-0.37	0.57	1.18	1.36	0.80	-0.07	-0.78	-0.93
模型	-1.06	-0.29	0.17	0.19	-0.22	-0.38	0.56	1.21	1.39	0.72	-0.13	-0.83	-1.02
误差	0.07	0.05	-0.05	-0.06	0.06	0.37	-0.01	0.03	0.03	-0.08	-0.06	-0.05	-0.09

表 2 边界 A 处流速验证成果

Table 2 Verified results of velocity at A													m/s
时刻	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00
原型	0.02	-0.45	-0.53	0.05	0.40	-0.03	-0.68	-0.61	-0.15	0.46	0.57	0.51	0.19
模型	0.05	-0.49	-0.54	0.01	0.42	-0.10	-0.68	-0.63	-0.23	0.42	0.58	0.49	0.26
误差	0.03	-0.04	-0.01	-0.04	0.02	-0.07	0.00	-0.02	-0.08	-0.04	0.01	-0.02	0.07

试验成果表明, 边界处潮位控制模型误差一般小于 1 mm, 流速实测误差小于 5%, 均满足规范要求. 此外, 本系统还应用于盐灌船闸下游航道潮汐动床冲淤浑水模型(3 边界)和珠江三角洲航道整治李家沙段河

工模型 4 边界) 等试验中 , 均取得满意成果 .

在系统研究过程中 , 蔡辉、赵有皓做了大量工作 , 还得到李福田副教授的指点 , 在此深表感谢 .

参 考 文 献

1 左东启 . 模型试验的理论和方法 . 北京 : 水利电力出版社 , 1981 . 56 ~ 69
2 华东水利学院 . 模型试验量测技术 . 北京 : 水利电力出版社 , 1984 . 135 ~ 157

Development and Application of Monitor-Control
System of Unsteady Flow with Multi-Boundary

Xu Xirong Zhou Rushen Tang Hongwu Xu Hexing Wang Zhiliang

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai Univ . , Nanjing 210098)

Abstract In this paper , the control of unsteady flow with multi-boundary with computer and automatic control technology are introduced . The system can realize intelligent control of the multi-boundary of the model . For various physical parameters , data collection processing and printing can be done automatically by computer , reducing disturbance of man in the process of test . Practice shows , the system is convenient to use , reliable and accurate in control .

Key words multi-boundary ; unsteady flow ; control

· 简讯 ·

面向 21 世纪

工科力学教改研讨会在我校举行

由浙江大学、河海大学国家工科基础课程(力学)教学基地和浙江、江苏两省力学学会联合发起的“面向 21 世纪工科力学教改研讨会”(南方片)第一次会议于 1999 年 4 月 1 日至 3 日在我校隆重召开 . 来自全国 11 个省和直辖市的 47 所高校及高等教育出版社等单位共 108 名代表出席了本次会议 .

开幕式由校力学教学基地负责人卓家寿教授主持 , 副校长索丽生教授致开幕词并向全体代表表示欢迎 , 浙江大学徐博侯教授宣读了浙江大学给大会的贺信 .

会上 , 全国高等学校工科力学课程指导委员会副主任、基础力学课程教学指导小组组长、清华大学范钦珊教授作了题为“关于启发式教学”的特邀报告 , 并且就《工程力学课程总论》进行了示范教学 , 两个力学教学基地的代表分别作了“加快基地建设步伐 , 昂首跨入 21 世纪”的报告和“河海大学力学基地进展报告” . 随后同济大学、浙江大学、河海大学等 16 所院校的 40 名代表也作了报告 . 大会收到论文共 50 篇 , 主要内容有 : 力学基地的建设成果、力学系列课程体系改革、现代教学方法及手段、多媒体教学系统及自学系统、开放式实验室的建设和改革以及人才培养与师资队伍建设等 , 报告和论文内容丰富、涉及面广 , 有较大的难度和深度 . 会议期间 , 全体代表还参观了我校现代教育技术中心和材料力学、流体力学、土力学实验室 .

通过本次大会的交流 , 代表们认为两个基地的前期工作是成功的 , 许多院校在工科力学教改方面做了大量的工作 . 代表们表示有信心、有能力把工科力学教学改革搞好 , 为培养面向 21 世纪的高质量人才作出贡献 .

(张建民供稿)